

**Nivelación para ingresantes a carreras de Ciencias e Ingeniería de la Computación.
Una propuesta de articulación con escuelas de nivel medio.**

Sonia V. Rueda
svr@cs.uns.edu.ar

Alejandro García
ajg@cs.uns.edu.ar

Guillermo R. Simari
grs@cs.uns.edu.ar

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

La línea de investigación que presenta este trabajo está orientada a ofrecer una propuesta de articulación entre las materias iniciales de las carreras dictadas en el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación y las materias dictadas en el nivel medio. En los dos últimos años nuestro grupo diseñó e implementó el curso de nivelación Análisis y Comprensión de Problemas (ACP) destinado a alumnos ingresantes en las carreras de Licenciatura en Ciencias de la Computación, Ingeniería en Sistemas de Computación y Profesorado en Computación. Este curso se desarrolló en el marco de un conjunto de medidas de urgencia, adoptadas en la Universidad Nacional del Sur, tendientes a mejorar en el corto plazo las condiciones de ingreso de los alumnos. Los resultados parciales obtenidos hasta el momento han sido alentadores, pero al tratarse de medidas coyunturales, es necesario implementar algún mecanismo que tenga un impacto más profundo en los conocimientos mínimos que debe tener un alumno que ingresa a la universidad.

Antecedentes

La reforma del sistema educativo iniciada a partir de la Ley Federal de Educación, ha puesto un especial énfasis en la resolución de problemas como un proceso que debe penetrar en todo el diseño curricular [LFE93]. La capacidad de resolución de problemas no sólo se incluye como un contenido procedimental, sino como la base fundamental sobre la que deben plantearse los contenidos de distintas disciplinas. En la implementación de la reforma con frecuencia se ha soslayado esta decisión, pero aún aquellos proyectos que la han considerado, le han dado una interpretación muy variada. Así, la frase *resolución de problemas* se ha utilizado para caracterizar a un sin número de propuestas, a veces irreconciliables, y casi siempre vinculadas exclusivamente a la Matemática.

La mayoría de los desarrollos curriculares plantean la resolución de problemas como una habilidad que debe ser enseñada en sí misma. Las estrategias de resolución de problemas son aprendidas como cualquier otro contenido, a través del planteo de una serie de problemas que permiten dominarlas. Como esta habilidad se considera dentro de las capacidades de nivel superior, suele incluirse dentro de talleres orientados a estudiantes con un rendimiento superior al medio, con particular inclinación hacia el pensamiento formal.

En una concepción más amplia, los problemas presentan situaciones motivadoras y hasta divertidas, que permiten plantear contenidos curriculares. Las estrategias de resolución no se presentan como un contenido en sí mismo, sino en forma transversal a los objetivos específicos en cada caso. Con frecuencia, los problemas plantean situaciones cercanas a la vida cotidiana, buscando lograr mayor interés por parte de los alumnos. El enfoque no es entonces “aprender a resolver problemas”, sino “aprender desde la resolución de problemas”.

Este enfoque es consistente con el modelo adoptado en nuestro Departamento para el diseño curricular de las materias iniciales de programación. En el año 1989 se incorporó la materia Resolución de Problemas y Algoritmos (RPA) en el primer cuatrimestre de primer año del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Computación. Desde su creación, el Profesorado en Computación y la Ingeniería en Sistemas de Computación, incluyen también a esta materia, siempre dentro de las materias iniciales [RCZ90].

En esta materia, la resolución de problemas no se plantea como un contenido, sino más bien como una metodología. El enfoque es enseñar los fundamentos de la programación *desde* la resolución de problemas. Los alumnos adquieren capacidades esenciales para el desarrollo de los proyectos que proponen luego las materias avanzadas. Estos proyectos son concebidos a su vez, considerando las habilidades requeridas por la actividad académica y profesional que enfrentarán en el futuro.

En RPA se adopta una variación al modelo de Polya: la resolución de un problema puede pensarse como un proceso que involucra tres etapas: interpretación del enunciado, elección y aplicación de una estrategia y finalmente la verificación de la solución hallada [Polya]. En los últimos años, los docentes de RPA han identificado varias dificultades en las capacidades de resolución de los estudiantes, no vinculadas a temas específicos de programación. La dificultad más importante tiene que ver con la interpretación del enunciado. Muchos alumnos que resuelven correctamente un ejercicio concreto en el cual todos los datos son explícitos y relevantes, no son capaces de llegar a la solución si la misma situación viene planteada como un problema en cuyo enunciado hay información irrelevante, datos implícitos que de alguna manera hay que deducir o la incógnita no está explícitamente identificada como una oración interrogativa al final del párrafo [RG02].

Los alumnos manifiestan dificultades para leer, analizar e interpretar adecuadamente un enunciado más o menos extenso. Si la lectura previa a la selección de una estrategia es superficial, la situación es peor después de su aplicación. Con frecuencia no están habituados a verificar la solución, de modo que si en algún paso de la resolución cometieron un error, pueden llegar a resultados inconsistentes con las restricciones del problema o hasta absurdos, como por ejemplo que la pared de una oficina tenga 8.000.000 de m² o que viajar en auto desde Bahía Blanca a Tandil en condiciones normales demande 82 minutos. En muchos casos la respuesta no corresponde a la incógnita planteada, nuevamente como consecuencia de no confrontar la solución con lo requerido por el enunciado.

Nuestra intención al implementar el curso de Análisis y Comprensión de Problemas en el año 2002, y al dictarlo nuevamente este año en el marco del Programa de Ingreso 2003 de la Universidad del Sur, fue atacar estas falencias, mejorando las capacidades de los alumnos ingresantes a nuestras carreras.

El marco pedagógico

El enfoque aplicado en el diseño del curso de ACP está basado en la Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget. En este contexto el aprendizaje es un proceso continuo en el cual cada individuo construye su propio conocimiento por interacción con el entorno. El rol del docente es fundamental, el profesor no expone intentando transmitir conocimiento, sino que crea situaciones que favorecen el proceso mental de construcción.

Bajo esta concepción la resolución de problemas tiene una naturaleza cíclica y dinámica. Los estudiantes enfrentan problemas involucrándose activamente con su resolución. El proceso no concluye cuando se encuentra la solución, sino que continúa con una etapa reflexiva en la cual se confrontan estrategias alternativas, se destacan los contenidos involucrados y se vincula el problema con otros similares.

Nuestra propuesta promueve también el *aprendizaje significativo*, en el cual los nuevos conocimientos se integran a otros ya conocidos, respetando la estructura cognitiva del alumno. Muchas de las actividades propuestas en el curso tuvieron como objetivo plantear en un contexto simple, conceptos que luego iban a aparecer en problemas más complejos. La selección de los problemas tuvo entre sus principales objetivos, mantener un alto nivel de motivación por parte de los alumnos, planteando situaciones atractivas y significativas para el aprendizaje.

La importancia de la selección de los problemas

La selección de los problemas y su organización fue un desafío importante. Muchos de los problemas fueron extraídos de libros de octavo y noveno de EGB y adaptados para incluir palabras, expresiones y aspectos sobre los que deseábamos trabajar. Afortunadamente, la bibliografía destinada a EGB es variada y en muchos casos consistente con nuestra propuesta.

Algunos problemas fueron tomados de revistas de entretenimiento. Sin embargo, tuvimos particular cuidado en no incluir problemas que requirieran una fuerte dosis de ingenio. Muchos problemas fueron descartados en esta etapa en la cual no buscábamos instantes de inspiración y sagacidad, sino desarrollar las capacidades en el análisis y comprensión. La posibilidad de abordar los contenidos en la escuela, en forma extensiva y desde diferentes materias, permitirá incluir otro tipo de problemas muy motivadores y atractivos.

Considerando que en los contenidos hemos incluido muchos conceptos vinculados a la lengua, con frecuencia hemos propuesto dos o más versiones, ligeramente diferentes unas de otras, para un mismo problema. La intención es destacar como un cambio sintáctico leve, puede provocar una variación semántica fundamental. Este tipo de problemas son los menos convencionales y probablemente los que más nos interesa transmitir.

La resolución de muchos de los problemas planteaba dos cuestiones, la incógnita propiamente dicha y una pregunta reflexiva referida, por ejemplo, a la estrategia de resolución o a la representación elegida para los datos o la solución. La pregunta reflexiva propone de alguna manera un desafío mayor porque exige que los alumnos *piensen acerca de cómo piensan*. En muchos de los problemas en el curso, sólo trabajamos sobre la pregunta reflexiva y la búsqueda de la solución queda a cargo de los alumnos, que pueden consultar luego. Esto permite compensar las diferencias en los tiempos de los alumnos, sin aburrir a algunos ni abrumar a otros.

Aunque el énfasis del curso se centró en leer, analizar y comprender, también destacamos la importancia de la actividad de alguna manera complementaria: escribir. Propusimos entonces algunos problemas destinados a ilustrar la ambigüedad que puede presentarse cuando el enunciado es impreciso, o las dificultades que aparecen cuando se usa excesivamente la negación. Nuevamente este tipo de actividades resultan bastante ajenas a las planteadas tradicionalmente y nuestro esfuerzo se concentra en transmitir su importancia.

Las especificaciones de juegos son un recurso extremadamente valioso para ilustrar la importancia de interpretar adecuadamente un texto. Sin embargo, hemos incluido pocos problemas de este tipo considerando que son bastante diferentes de los que se evalúan y resultan útiles en un curso menos intensivo. El potencial de este tipo de problemas en la escuela es enorme y en general no está explotado.

Por último, cada semana leímos una historia o narración que involucraba el planteo de un problema. Algunas de estas historias fueron tomadas de libros clásicos de problemas. Otras las escribimos especialmente para el curso, buscando ligarlas con la actividad profesional futura de los alumnos. Este tipo de problemas resultan particularmente motivadores para un curso que se desarrolle con menor restricción de tiempo.

La propuesta de articulación con el nivel medio

El objetivo principal del Programa de Ingreso 2003 a la Universidad Nacional del Sur fue ofrecer al alumno la posibilidad de completar y complementar la formación adquirida en el nivel medio, indispensable para afrontar las exigencias académicas de su carrera universitaria. Los alumnos disponían de tres alternativas para la aprobación de cada curso: a través de un examen en el mes de diciembre, realizando un curso de nivelación intensivo durante el mes de febrero con su

correspondiente examen, o de no aprobar en ninguna de las dos instancias anteriores, realizando un curso remedial más extendido de abril a junio.

Esta capacitación demanda una importante cantidad de tiempo, por parte de la Universidad y del alumno. Nuestro objetivo ahora, es establecer un vínculo fluido con las escuelas de la ciudad y la zona, a fin de instrumentar una adecuada transición entre el nivel medio y el superior. La idea no es anticipar el curso de nivelación o los cursos remediales, manteniendo la misma estructura, sino integrar sus contenidos al diseño curricular.

Probablemente el desafío más importante es lograr transmitir y acentuar la vinculación que hemos propuesto en el curso, entre contenidos de Lengua y de Matemática. Este objetivo va a requerir el compromiso de docentes responsables de materias que, por lo general, se planifican y enseñan sin establecer ninguna forma de relación.

Desde Lengua la vinculación puede surgir a través del análisis gramatical de oraciones o párrafos que incluyen expresiones que encierran alguna complejidad o en los cuales una pequeña modificación sintáctica provoca un fuerte impacto sobre la interpretación y por lo tanto en la solución. Expresiones "Compró a lo sumo tantas vacas como terneros" o "Ninguno usaba su propio sombrero", suelen requerir especial atención.

Las modificaciones pueden surgir a partir de variaciones en las palabras, en la puntuación o hasta en los acentos. Por ejemplo "*la mitad de: 10 más 2*" respecto a "*la mitad de 10, más 2*" o "*Esteban vive con Matías y estudia derecho*" respecto a "*Esteban vive con Matías, que estudia derecho*". Un cambio de puntuación puede afectar también a la solución, por ejemplo "*El sector alquilado ocupa 50 m², incluyendo el bar. ¿Cuál es la superficie sin alquilar?*" respecto a "*El sector alquilado ocupa 50 m². Incluyendo el bar, ¿cuál es la superficie sin alquilar?*". Los cambios en la acentuación pueden ser todavía más sutiles: "*Pagó sólo la primera cuota*" respecto a "*Pagó solo la primera cuota*".

Estas frases podrían retomarse y multiplicarse luego en problemas propuestos en Matemática, estableciéndose un flujo dinámico y frecuente entre ambas materias. Otra vinculación que es importante explorar, dentro de la misma línea, es la relación entre los signos de puntuación y el uso de paréntesis en expresiones algebraicas.

El análisis de oraciones y frases es una contribución importante que puede aportar Lengua a la resolución de problemas, y debería continuar con el análisis de textos significativos. En un contexto semejante al que se plantean textos literarios, podrían presentarse cuentos e historias que involucran problemas matemáticos y que luego podrían retomarse en esta asignatura. El cuento policial brinda una valiosa alternativa para plantear en un contexto motivador, contenidos de lógica.

El entorno de aprendizaje

Gran parte de las investigaciones de los últimos años, consideran el aprendizaje como una actividad social y constructiva. El constructivismo se mueve entonces desde una esfera puramente epistemológica hacia la práctica pedagógica. Desde esta perspectiva, el alumno no es un receptor dentro de un proceso de instrucción, sino que tiene una actitud participativa en un proceso interactivo.

El rol fundamental del docente es diseñar cuidadosamente un entorno que favorezca la adquisición de los conceptos y formas de razonamientos propuestos. Notemos cuando hablamos de entorno, no estamos refiriéndonos exclusivamente a las actividades, sino también a las interacciones que deberían surgir para provocar cierto tipo de situaciones. Crear un entorno interactivo para el aprendizaje resulta difícil por varios motivos.

En primer lugar, el docente debe decidir cuando intervenir y que sugerencias pueden ayudar a sus alumnos ante una situación de bloqueo, sin conducirlos directamente a la solución. Para lograrlo, el

docente debe intentar percibir el proceso de pensamiento de los miembros del grupo mientras buscan la solución y no sólo de los individuos aislados.

En segundo lugar, es poco común que los alumnos vean a sus profesores *pensando* acerca de resolución de un problema. Con frecuencia los docentes organizan sus clases como una exposición, en la cual presentan la solución final y de alguna manera cuentan cómo llegaron a ella.

Aunque resulte paradójico, si los alumnos entienden rápidamente la solución propuesta, la clase resulta poco efectiva. Aquellos que han intentado sin éxito resolver el problema previamente, sienten cierta frustración al no haber logrado hallar la solución que ahora surge tan fácil y natural. Los que enfrentaban el problema por primera vez en ese momento, pueden quedar con la falsa impresión de que la resolución es rápida y sencilla, cuando en realidad la explicación puede haberlo sido, pero el alumno no participó en el proceso, aunque pueda entenderlo. Una situación similar se produce cuando los estudiantes trabajan en grupo, aún cuando todos terminen comprendiendo el procedimiento que los condujo a la solución, probablemente sólo algunos sean capaces de desarrollarlo de manera autónoma.

Una manera de mejorar la capacidad de resolución de problemas de los alumnos es embarcarse con ellos en la resolución. Esta modalidad introduce un alto nivel de improvisación en la clase y aumenta el riesgo de desorganización. Los alumnos realizan diferentes aproximaciones hacia la solución y el docente debe analizar dinámicamente cuán fructíferas pueden ser. Trabajar bajo esta modalidad requiere experiencia y confianza.

Conclusiones

Cuando diseñamos el curso de nivelación de *Análisis y Comprensión de Problemas*, implementado por el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación en los años 2002 y 2003, buscamos abordar de manera integral el proceso de resolución de un problema, desde la comprensión del enunciado, hasta la verificación de la solución, pasando por supuesto por la selección y aplicación de estrategias. En este sentido, el curso brinda los fundamentos básicos para mejorar la habilidad para resolver problemas.

Nuestro objetivo, respecto a la etapa de articulación con las escuelas de nivel medio, es plantear la resolución de problemas como un vehículo para mejorar la capacidad de análisis y comprensión de textos. No se trata en este caso de textos literarios ni técnicos, sino de enunciados de problemas, con frecuencia ligados a la matemática o a la lógica. La intención no es enseñar nuevos conceptos, sino utilizar los contenidos curriculares y replantearlos en el contexto de situaciones motivadoras y significativas para el aprendizaje.

La próxima etapa dentro de esta línea de investigación, es explorar qué aspectos de la metodología propuesta en el curso de nivelación, deben retenerse en la articulación. En particular, estamos convencidos de que el hilo conductor debe seguir siendo la vinculación dinámica entre la lengua y la matemática. Esta vinculación deberá ser adaptada a cada una de las modalidades.

Referencias

[LFE93] "*Ley Federal de Educación, Nro. 24.195*" Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Abril, 1993

[RCZ90] "*Resolución de Problemas y Algoritmos; Notas del Curso*" Sonia Rueda, Silvia Castro y Marcelo Zanconi. Universidad Nacional del Sur. Abril, 1990.

[Polya] "*How to Solve It*" G. Polya, 2nd ed., Princeton University Press, 1957.

[RG02] "*Análisis y Comprensión de Problemas; Fundamentos, Problemas Resueltos y Problemas Propuestos*" Sonia Rueda y Alejandro García. Universidad Nacional del Sur. Noviembre, 2002. (<http://cs.uns.edu.ar/~acp/acp03.pdf>)